

## Verfahren zum Innenhochdruckumformen von konischen Rohren aus Metall

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Innenhochdruckumformen von konischen Rohren aus Metall, insbesondere Stahl, in einem einen komplex konturierten Formhohlraum aufweisenden Werkzeug mit zwei Dichtstempeln, mit denen der Innenraum des umzuformenden Rohres an dessen beiden Enden abgedichtet wird, indem die in die Rohrenden eingreifenden Dichtstempel die Rohrenden gegen die Wandung zylindrischer Abschnitte an den beiden Enden des Formhohlraums drücken.

Beim Innenhochdruckumformen von Rohren lassen sich größere Umformgrade erzielen, wenn beim radialen Aufweiten der Rohre axial Material nachgeschoben wird. Bei zylindrischen Rohren ist das axiale Nachschieben von Material unproblematisch. Bei konischen Rohren ist dagegen das Nachschieben aus geometrischen Gründen nicht ohne weiteres möglich, weil es an den konischen Rohrenden Dichtungsprobleme gibt. Um gleichwohl auch konische Rohre mit axialem Nachschieben von Material innenhochdruckumformen zu können, werden Rohre verwendet, bei denen sich an den konischen Teil kurze zylindrische Abschnitte anschließen. Das Werkzeug weist dafür an beiden offenen Seiten des Formhohlraums entsprechend zylindrische Abschnitte auf, so dass die zylindrischen Abschnitte des innenhochdruckumzuformenden Rohres zwischen den

zylindrischen Abschnitten des Werkzeuges und den in die zylindrischen Abschnitte eingeführten Dichtstempel abdichtend eingeklemmt werden können. Nachteilig ist dabei, dass die Ausgangsrohre wegen der unterschiedlichen Abschnitte (zylindrisch-konisch-zylindrisch) in der Herstellung wesentlich mehr Aufwand als rein konische Rohre erforderlich machen. Hinzu kommt, dass häufig am innenhochdruckumgeformten Rohr die zylindrischen Endabschnitte unerwünscht sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Innenhochdruckumformen von konischen Rohren zu schaffen, das große Umformgrade bei komplexen Formen zulässt und das einen geringeren Aufwand als das beschriebene Verfahren erforderlich macht.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass in das Werkzeug ein über seine gesamte Länge konisches Rohr eingesetzt wird, dessen Enden bis in den Bereich der zylindrischen Abschnitte des Werkzeuges ragen, und dass diese konischen Enden des Rohres durch die einzuführenden Dichtstempel ggf. unter radiales Aufweiten bis zur Anlage an den zylindrischen Abschnitten des Werkzeuges angedrückt werden, und dass dann durch in dem so abgedichteten Innenraum des Rohres aufgebauten Innendruck unter gleichzeitigem axialem Stauchen des Rohres durch mindestens einen auf die Stirnseite des zugehörigen Rohrendes einwirkenden Dichtstempel die Innenhochdruckumformung erfolgt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das innenhochdruckumzuformende, rein konische Rohr in ein herkömmlich ausgebildetes Werkzeug eingesetzt, wobei die

Besonderheit darin besteht, dass die konischen Rohrenden bis in die zylindrischen Endabschnitte des Werkzeuges ragen. Vor dem eigentlichen Innenhochdruckumformen werden die konischen Enden durch die einzuführenden Dichtstempel insbesondere unter radialem Aufweiten des kleineren konischen Endes an die zylindrischen Endabschnitte des Werkzeuges angedrückt, um die für das Innenhochdruckumformen erforderliche Dichtigkeit an den Rohrenden gegenüber den eingeführten Dichtstempeln zu erreichen. Gleichwohl ist das axiale Nachschieben möglich, sogar bis zum Ende der zylindrischen Endabschnitte des Werkzeuges. Im Ergebnis kann man so ein extrem aufgeweitetes Hohlprofil komplexer Form erhalten, das bis zu seinen Rändern konisch sein kann.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

- Fig. 1 ein in ein Werkzeug eingesetztes konisches Rohr mit zwei einzuführenden Dichtstempeln in Seitenansicht und im Schnitt in schematischer Darstellung,
- Fig. 2 das zylindrische Rohr im Werkzeug mit in die Rohrenden eingeführten Dichtstempeln unmittelbar vor dem Innenhochdruckumformen und
- Fig. 3 das innenhochdruckumgeformte Rohr am Ende der Innenhochdruckumformung.

Das Werkzeug 1 weist einen in der Form komplexen Formhohlraum 2 auf, der sich im Ausführungsbeispiel aus konischen und zylindrischen Abschnitten zusammensetzt. Der

Formhohlraum 2 weist an seinen beiden offenen Enden zylindrische Abschnitte 2a, 2b auf. Auf diese zylindrischen Abschnitte 2a, 2b sind zwei Dichtstempel 3, 4 in ihren Abmessungen abgestimmt. Jeder Dichtstempel 3, 4 ist in vier Abschnitte aufgeteilt. Der im Durchmesser größte Abschnitt 3a, 4a entspricht dem Innendurchmesser der zylindrischen Abschnitte 2a, 2b des Werkstückes 1. Der sich daran anschließende, in axialer Richtung vergleichsweise sehr kurze Abschnitt 3b, 4b ist konisch. Daran schließt sich ein etwas längerer zylindrischer Abschnitt 3c, 4c an, dessen Außendurchmesser etwas kleiner (= doppelte Wanddicke des Rohres) als der Innendurchmesser der Abschnitte 2a, 2b ist. Daran schließt sich schließlich ein größerer konischer Abschnitt 3d, 4d an, der als Dorn zum radialen Aufweiten bzw. zum Zentrieren des zugeordneten Rohrendes dient.

In das Werkzeug 1 ist ein über seine gesamte Länge konisches Rohr 5 eingesetzt, das mit seinen beiden Enden 5a, 5b innerhalb der konischen Abschnitte 2a, 2b des Werkzeuges 1 liegt.

Werden nun die beiden Dichtungsstempel aus der in Fig. 1 dargestellten Position in die in Fig. 2 dargestellte Position eingefahren, dann wird das Rohr 5 zumindest an seinem kleineren Ende 5a, vorzugsweise aber an seinen beiden Enden 5a, 5b durch die konischen Abschnitte 3d, 4d radial aufgeweitet, bis dass es mit seinen Rändern zwischen den zylindrischen Abschnitten 3c, 4c und dem zylindrischen Abschnitt 2a, 2b des Werkzeuges 1 liegt. Dabei ist die Dimensionierung so getroffen, dass die Rohrenden eingeklemmt werden. Durch den von den Dichtstempeln 3, 4 auf das Rohr 5 ausgeübten axialen Druck legen sich seine Ränder an die kurzen konischen Abschnitte 3b, 4b an,

wodurch die Dichtwirkung weiter verbessert wird. Alternativ können zur Verbesserung der Dichtwirkung auch keilförmige Nuten, einzuklemmende Dichtungen oder dgl. vorgesehen sein. Damit ist das Rohr 5 im Werkzeug 1 für das Innenhochdruckumformen vorbereitet.

Wie Fig. 3 zeigt, wird nun in an sich bekannter Weise, z.B. über einen Kanal 6 in dem größeren Dichtstempel 4, ein Druckmedium in den abgedichteten Innenraum 5c des Rohres 5 eingeleitet und ein Innenhochdruck aufgebaut. Dieser Innenhochdruck führt dazu, dass das Rohr 5 aufgeweitet wird. Gleichzeitig mit dem Aufweiten des Rohres erfolgt durch Verschieben der beiden Dichtstempel 3, 4 ein axiales Stauchen des Rohres 5. Durch dieses axiale Stauchen lassen sich große Aufweitgrade erzielen, ohne dass eine unerwünschte Materialausdünnung stattfindet. Wie Fig. 3 weiter zeigt, erfolgt das axiale Verschieben bis zum Rand des Formhohlraums 2. Als Ergebnis wird ein stark verformtes Rohr 5\* mit komplexer Struktur erhalten.

# P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Innenhochdruckumformen von konischen Rohren aus Metall, insbesondere Stahl, in einem einen komplex konturierten Formhohlraum aufweisenden Werkzeug mit zwei Dichtstempeln, mit denen der Innenraum des umzuformenden Rohres an dessen beiden Enden abgedichtet wird, indem die in die Rohrenden eingreifenden Dichtstempel die Rohrenden gegen die Wandung zylindrischer Abschnitte an den beiden Enden des Formhohlraums drücken,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s**  
in das Werkzeug ein über seine gesamte Länge konisches Rohr eingesetzt wird, dessen Enden bis in den Bereich der zylindrischen Abschnitte des Werkzeuges ragen, und dass diese konischen Enden des Rohres durch die einzuführenden Dichtstempel bis zur Anlage an den Abschnitten angedrückt werden und dass dann durch in dem so abgedichteten Innenraum des Rohres aufgebauten Innenhochdruck unter gleichzeitigem axialen Stauchen des Rohres durch mindestens einen auf die Stirnseite des zugeordneten Rohrendes einwirkenden Dichtstempel die Innenhochdruckumformung erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s**  
beim Stauchen mindestens eines der zylindrisch aufgeweiteten Rohrenden bis zum Ende des zugeordneten zylindrischen Abschnittes verschoben wird.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 24 Januar 2005 (24.01.05) eingegangen]

1. Verfahren zum Innenhochdruckumformen von konischen Rohren aus Metall, insbesondere Stahl, in einem einen komplex konturierten Formhohlraum aufweisenden Werkzeug mit zwei Dichtstempeln, mit denen der Innenraum des umzuformenden Rohres an dessen beiden Enden abgedichtet wird, indem die in die Rohrenden eingreifenden Dichtstempel die Rohrenden gegen die Wandung zylindrischer Abschnitte an den beiden Enden des Formhohlraums drücken,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s**  
in das Werkzeug ein über seine gesamte Länge konisches Rohr eingesetzt wird, dessen Enden bis in den Bereich der zylindrischen Abschnitte des Werkzeuges ragen, und dass diese konischen Enden des Rohres durch die einzuführenden Dichtstempel bis zur Anlage an den Abschnitten angedrückt werden und dass dann durch in dem so abgedichteten Innenraum des Rohres aufgebauten Innenhochdruck unter gleichzeitigem axialen Stauchen des Rohres durch mindestens einen auf die Stirnseite des zugeordneten Rohrendes einwirkenden Dichtstempel die Innenhochdruckumformung erfolgt, wobei beim Stauchen mindestens eines der zylindrisch aufgeweiteten Rohrenden bis zum Ende des zugeordneten zylindrischen Abschnittes verschoben wird.

**GEÄNDERTES BLATT (ARTIKEL 19)**

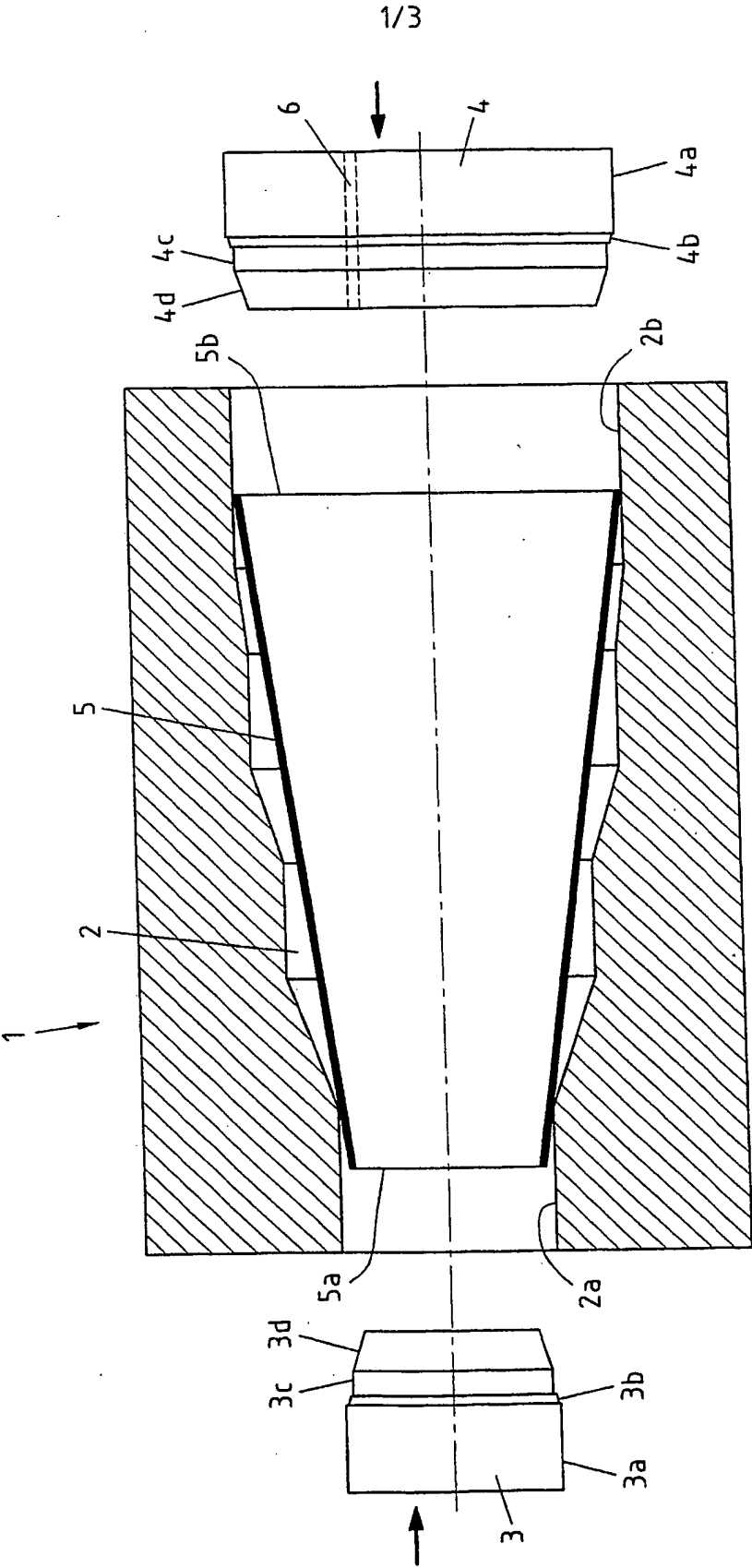


Fig.1



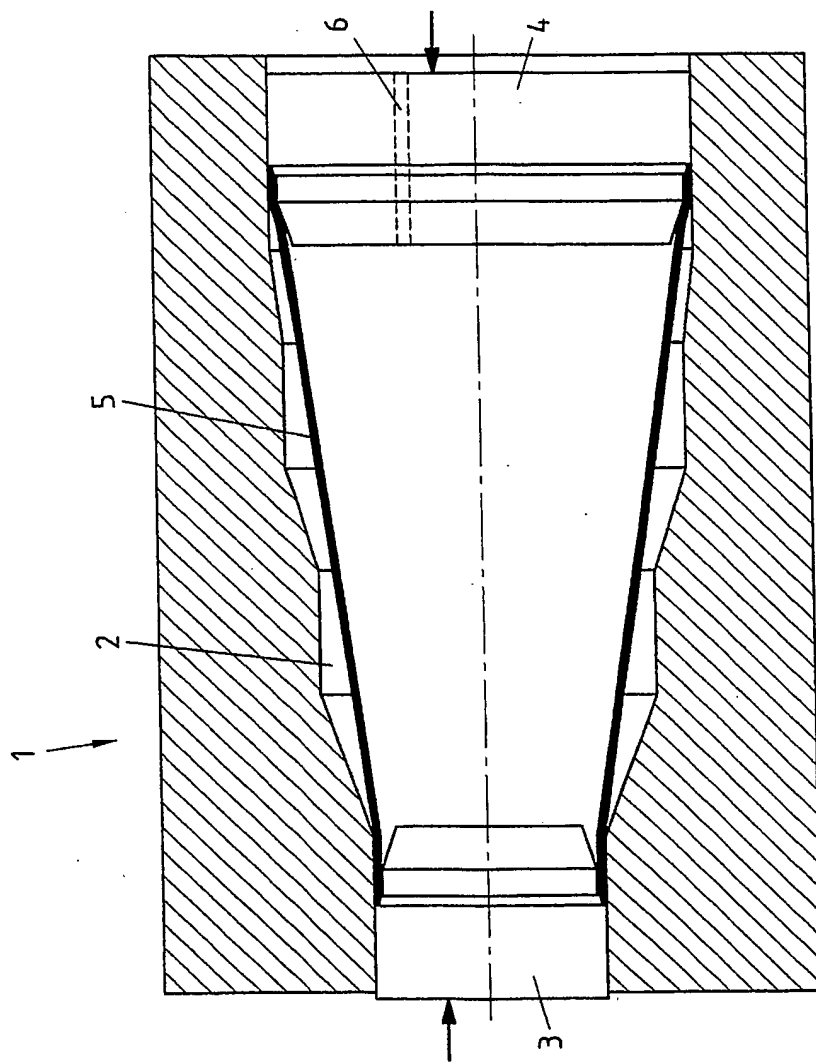


Fig.2

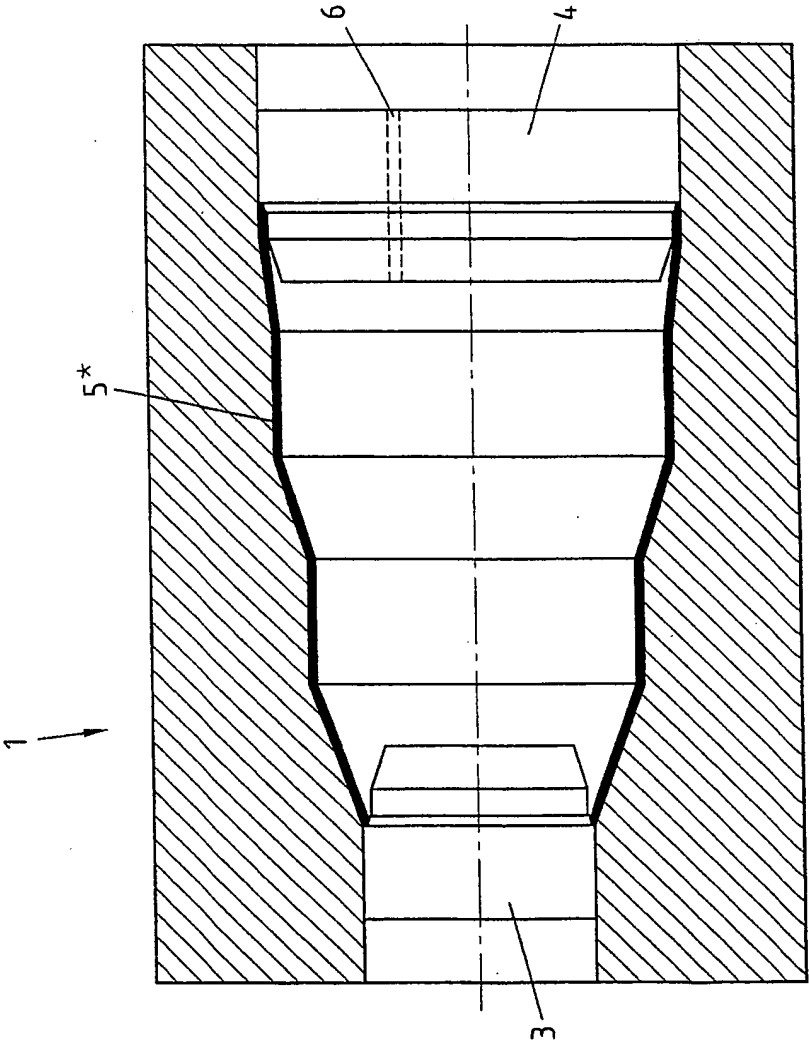


Fig.3